

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-281765

(43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

(21)Application number : 2001-079724

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 21.03.2001

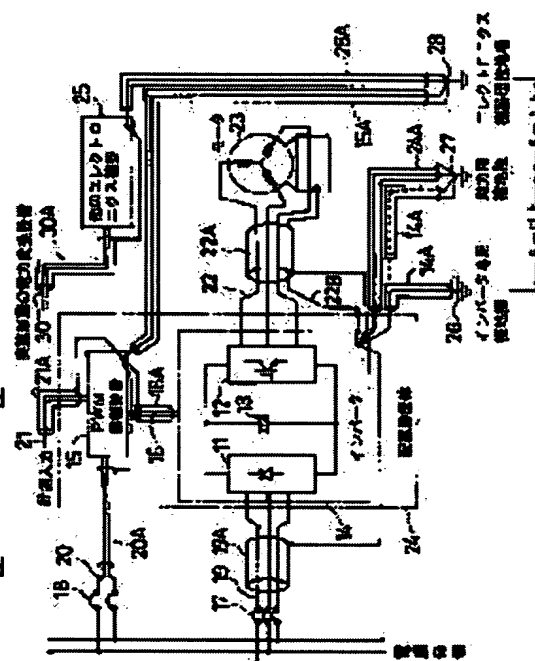
(72)Inventor : NOGUCHI YUICHIRO  
OKABE MASAOKI

## (54) POWER CONVERSION FACILITY

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate an erroneous operation due to the transfer of noise generated by the high frequency switching operation of a semiconductor power converter to the peripheral electronic apparatuses.

**SOLUTION:** Using a shielded cable as the input/output circuit cables 19, 22 of an inverter, one end portions of the shielded cables 19A, 22A are grounded to the ground pole 26. The exclusive ground poles are respectively used for inverter, electronic apparatuses 15, 25, panel cabinet 24 and motor 23. Using the shielded cable as the grounding lines 14A, 15A, 25A for the ground pole, one end portion of the shielded cable is grounded to the ground pole. Here, following selections are possible. Namely, the ground resistance of the ground pole is set to 10  $\Omega$  or less, the ground pole of the inverter is isolated by 10 m or more from the ground pole of the electronic apparatus and by 5 m or more from the ground pole for motor. In addition, a size of the shielded cable is identified, the inverter is insulated from the panel and the ground cable is provided in addition to the power cable as the output cables of the inverter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-281765

(P2002-281765A)

(43)公開日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 2 M 7/48

H 0 2 M 7/48

Z 5 H 0 0 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-79724(P2001-79724)

(22)出願日 平成13年3月21日(2001.3.21)

(71)出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72)発明者 野口 雄一郎

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(72)発明者 岡部 正章

東京都品川区大崎5丁目5番5号 明電プ  
ラント株式会社内

(74)代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

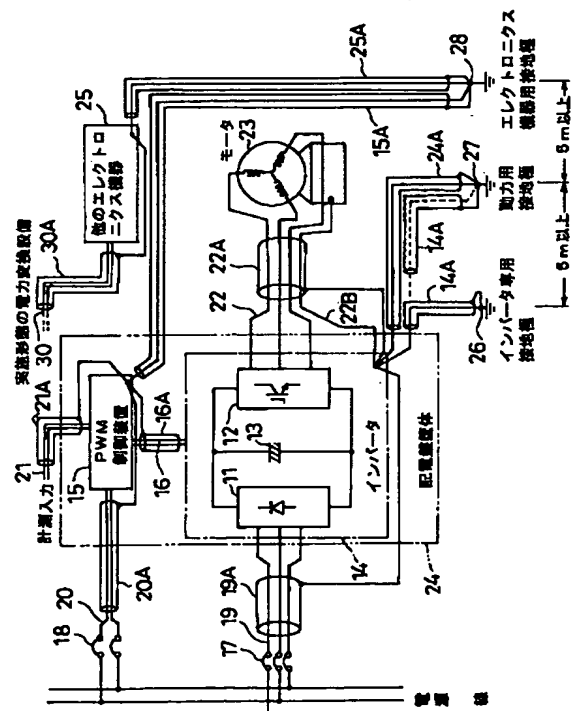
Fターム(参考) 5H007 AA01 BB06 CA01 CC09 HA03

(54)【発明の名称】 電力変換設備

(57)【要約】

【課題】 半導体電力変換器は高周波スイッチング動作によってノイズを発生し、これが周辺のエレクトロニクス機器に伝搬してその誤動作等を招く。

【解決手段】 インバータの入出力回路ケーブル19、22をシールドケーブルとして該シールド19A、22Aの片端を接地極26に接地する。接地極はインバータやエレクトロニクス機器15、25、筐体24およびモータ23にそれぞれ専用のものを設ける。接地極への接地線14A、15A、25Aをシールドケーブルとし10て該シールドの片端を接地極に接地する。なお、接地極の接地抵抗は10Ω以下、インバータの接地極はエレクトロニクス機器用接地極と10m以上離隔し、モータ用接地極とは5m以上離隔、シールドケーブルのサイズの特定、インバータと筐体とは絶縁、インバータの出力ケーブルは動力ケーブルの他に接地用ケーブルを設ける構成なども選択可能とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力用半導体素子のスイッチング動作で電力変換して負荷に供給する電力変換器を備えた電力変換設備において、

前記電力変換器から負荷に供給する出力ケーブルは、該ケーブルから周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする電力変換設備。

【請求項2】 電力用半導体素子のスイッチング動作で電力変換して負荷に供給する電力変換器を備えた電力変換設備において、

電源から前記電力変換器に電源供給する入力ケーブルは、該ケーブルから周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする電力変換設備。

【請求項3】 前記電力変換器と負荷とエレクトロニクス機器およびそれらを収納する盤を接地するための接地線は、該接地線から周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする請求項1または2に記載の電力変換設備。

【請求項4】 前記電力変換器およびそれに直接接続された負荷とエレクトロニクス機器および盤は、それぞれ専用の接地極を設けた構成を特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の電力変換設備。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体電力変換器30を有して負荷に給電する電力変換設備に係り、特に電力用半導体素子の高周波スイッチング動作に因るノイズ障害対策のための設備構成に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インバータ、コンバータ、チョップ等の半導体電力変換器は、交流電源または直流電源を電源とし、電力用半導体スイッチのスイッチング動作によって電圧、電流、周波数、位相等を制御した電力変換を行うことができ、電気車や各種産業用設備（動力装置、ポンプ、ブローヤなど）のモータ駆動手段や、コンピュータ40の定電圧定周波電源、太陽電池で得られる直流を交流に変換するパワーコンディショナーなどに数多く使われている。

【0003】このような半導体電力変換器は、電源または負荷との間に、高周波数成分を含むスイッチング電流が流れ、この電流で高周波ノイズが発生し、その周辺に配置される電力変換制御装置や計測装置、コンピュータシステムなどのエレクトロニクス機器にノイズが伝搬してそれが誤動作したり、制御不能になることがある。

【0004】半導体電力変換器から発生するノイズに 50

2

は、以下のものに分類される。

## 【0005】（a）伝導ノイズ

電力変換器の半導体素子のスイッチング動作による高周波電流が電源系統を經由してエレクトロニクス機器等の他の機器にノイズが伝搬する。

## 【0006】（b）漏れ電流

電力変換器の半導体素子のスイッチング動作により、電力変換器と負荷の間の配線や負荷と大地間に存在する浮遊静電容量を通して漏れ電流が流れる。

【0007】漏れ電流は、浮遊静電容量とスイッチング速度に比例する。

【0008】低騒音型などのスイッチング速度の速い電力変換器の開発により顕在化してきてノイズである。

## 【0009】（c）静電誘導ノイズ

電力変換器を構成する電気部品以外の盤、冷却器、絶縁物等は、等価的には抵抗、インダクタンス、キャパシタンスの電気回路を形成し、高周波電流を流す回路の一部となる。静電結合による誘導電圧は周波数、入力インピーダンス、結合容量、妨害電圧に比例する。これらの関係から、電力変換器の出力線と微小信号電流の流れるエレクトロニクス機器の信号線が近くに配線されていると、信号線に妨害電圧が誘導される。

## 【0010】（d）電磁誘導ノイズ

電流により磁束を生じ、この磁束が時間的に変化することによって近接する電線に妨害電圧を発生し、エレクトロニクス機器の検出エラーや誤動作を起こす。

【0011】電力変換器内の配線、リアクトルやトランスの漏れ磁束、変換器の入出力配線に電力ケーブルが平行かつ近接して布設されている場合に生じる。

## 【0012】（e）放射ノイズ

スイッチング素子の  $dv/dt$ （電圧変化率）によって回路配線の浮遊キャパシタンスやインダクタンスによる高周波振動が発生し、これらを接続する配線が等価的にアンテナとなって電磁波が放射される。

【0013】図4は、電力変換設備における各種ノイズの伝搬経路の例を示す。同図は、インバータ1によってモータ2を可変速駆動するのに、その電源として変圧器3で降圧した電源母線からしゃ断器4を通してインバータ1に電力供給し、母線からはモータ2の速度検出センサ等のセンサ5とその電源5A、制御装置6、計器7、受信器8等にも必要な電源接続をし、さらに保護継電器9等が接続される。この構成における上記の各ノイズの伝搬経路は、破線または実線の矢印A～Dで示すようになる。

【0014】次に、従来のノイズ障害対策を説明する。この対策としては、ノイズ発生源側でノイズ発生を抑制する方法と、ノイズが伝搬するエレクトロニクス機器側でノイズ伝搬を防止する方法とが採られる。

## 【0015】（1）ノイズ発生源側の対策

EMI（電磁障害／エミッション）低減のため、以下の

3

ようなフィルタ、ノイズカットトランス、リアクトル等を設ける。

【0016】・LCフィルタ…幅広い周波数で高い減衰性のある高減衰型にされる。

【0017】・容量性フィルタ…特定の周波数帯に効果のある簡易型、インバータに並列に接続して高周波電流を大地にバイパスさせるもの。

【0018】・誘導性フィルタ…フェライトコア内に電線を通すか巻き付け、そのインピーダンス特性によってノイズを吸収する零相リアクトル型にされる。

【0019】・ノイズカットトランス…高周波の電圧や電流に対して一次コイルと二次コイルの磁気的および静電誘導的結合を極めて小さくしたトランスにされる。

【0020】・ACリアクトル…電源側の%リアクタンスが大きいとき、入力電流の高調波成分が小さくなる特性を利用したリアクトルにされる。入力電流の1~2%のものが使われる。

【0021】・DCリアクトル…コンバータのダイオード整流器と平滑コンデンサの間に、DCリアクトルを設けて入力電流の高調波成分を低減させるリアクトルにされる。

【0022】(2) エレクトロニクス機器側の対策  
EMS (電磁妨害耐性/イミュニティ) 向上のための絶縁、フローティング、ノイズカットトランス取り付けなどを行う。

名 称	$dv/dt$	$fc$	$I$
トランジスタ	1	1	1
IGBT	3	5.3	16

【0028】上記のキャリア周波数の高周波化など、電力変換器の半導体素子のスイッチング動作の高周波化は、前記の図4に示すノイズ伝搬経路のうち、トランスやモータのコイル間、コイルとフレームの間、ケーブルと大地間などの静電容量を通して充放電漏れ電流が流れ、回路のみならず、系統内の広い範囲にノイズが分流するようになり、従来のフィルタ、ノイズカットトランス、リアクトルなどのノイズ障害対策のみではエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を防ぐのが難しくなっている。

【0029】本発明の目的は、電力変換器からエレクトロニクス機器にノイズが伝搬するのを確実、容易に防止できる電力変換設備を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】本発明は、電力変換器の入出力回路ケーブルをノイズ伝搬抑制用のシールドケーブルとして該シールドの片端を接地極に接地する構成、接地極は電力変換器やエレクトロニクス機器、盤、負荷等にそれぞれ専用のものを設ける構成、接地極への接地線をシールドケーブルとして該シールドの片端を接地極に接地する構成、などを選択的に組み合わせることで前記の課題を解決するもので、以下の構成を特徴とする。

4

【0023】

【発明が解決しようとする課題】電力変換器のスイッチング素子として、従前のパワートランジスタから最近では高速スイッチング可能なIGBTやGTO、パワーFET等に置換されてきている。また、電力変換方式としては入出力電流や電圧の波形改善のためにPWM制御が採用されることが多くなっている。このような電力変換器の場合、PWM制御のためのキャリア(搬送波)周波数は、 $1\text{kHz} \sim 2\text{kHz}$ であったパワートランジスタの場合に比べて、 $3\text{kHz} \sim 12\text{kHz}$ 程度にまで高められている。このため、電力変換器が発生するノイズ電流もより高周波化(〜数MHz)して強くなってきている。

【0024】PWM制御のインバータにおけるノイズ電流は、

【0025】

$$【数1】 I \propto (dv/dt) \times fc \times C$$

ただし、 $I$ はノイズ電流、 $dv/dt$ はスイッチング周波数による高周波の電位変動、 $fc$ はキャリア周波数、 $C$ は浮遊キャパシタンスである。

【0026】このノイズ電流 $I$ は、例えば、パワートランジスタとIGBTの場合を比べると、下記表のように16倍にもなる。

【0027】

【表1】

【0031】(1) 電力用半導体素子のスイッチング動作で電力変換して負荷に供給する電力変換器を備えた電力変換設備において、前記電力変換器から負荷に供給する出力ケーブルは、該ケーブルから周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする。

【0032】(2) 電力用半導体素子のスイッチング動作で電力変換して負荷に供給する電力変換器を備えた電力変換設備において、電源から前記電力変換器に電源供給する入力ケーブルは、該ケーブルから周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする。

【0033】(3) 前記電力変換器と負荷とエレクトロニクス機器およびそれらを収納する盤を接地するための接地線は、該接地線から周辺のエレクトロニクス機器へのノイズ伝搬を抑制するシールドケーブルとし、該シールドケーブルのシールドの片端を接地極に接地した構成を特徴とする。

【0034】(4) 前記電力変換器およびそれに直接接続された負荷とエレクトロニクス機器および盤は、それ

5

ぞれ専用の接地極を設けた構成を特徴とする。

【0035】なお、以上までの構成に選択的に加えるノイズ障害対策として、(a) 接地極の接地抵抗は $10\Omega$ 以下とする構成、(b) 電力変換器専用の接地極はエレクトロニクス機器用接地極と $10\text{m}$ 以上隔離し、負荷用接地極とは $5\text{m}$ 以上隔離する構成、(c) 電力変換器専用の接地極が設けられない場合は、負荷の接地極と共用にして接地線は接地極に直接接続する構成、(d) シールドケーブルのサイズは $22\text{mm}^2$ 以上、または電力変換器の電源ケーブルサイズ以上とし、最大 $100\text{mm}^2$ とする構成、(e) 各接地線は最短距離とする構成、(f) 電力変換器はそれを収納する筐体とは絶縁する構成、(g) 電力変換器の出力ケーブルは動力ケーブルの他に接地用ケーブルを設ける構成とする。

【0036】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態を示すノイズ障害対策を施した電力変換設備であり、インバータでモータを駆動する場合である。

【0037】インバータの主回路は、ダイオードを整流素子とする順変換部11とIGBTをスイッチング素子とする逆変換部12と平滑コンデンサ13で要部が構成され、インバータ架14に組み込まれる。また、逆変換部12にはPWM制御用電子回路と電源回路を搭載するPWM制御装置15との間でゲート信号などの信号線16で接続される。

【0038】これらインバータ主回路と制御装置は、電源母線からしゃ断器17、18とケーブル19、20等を介して電源供給される。また、制御装置15では速度センサ等からの計測信号が信号線21を通して入力される。また、逆変換部12の出力は、LCフィルタやしゃ断器を介してケーブル22により負荷となるモータ23に電力供給する。

【0039】なお、インバータ架14や制御装置15は配電盤用筐体24に収納される。また、他のエレクトロニクス機器25は、インバータの周辺に設けられる受電設備の監視制御用コンピュータやプラントの計装設備、保護継電装置等とする。

【0040】以上の電力変換設備において、本実施形態では、ノイズ障害対策手段として以下の手段を設ける。なお、インバータ架14、モータ23、配電盤筐体24、制御装置15、エレクトロニクス機器25は、それぞれ接地極と接地線を使用して接地される。

【0041】(1) インバータ架14を接地するための専用の接地極26を設ける。この接地抵抗値は高圧機器用A種接地クラスになる $10\Omega$ 以下とする。

【0042】この構成により、降圧トランスや電源母線等の高圧機器に地絡電流等が流れた場合にも接地極26の電位変化を少なくし、高圧機器側からの漏れ電流ノイズが接地極26を通してエレクトロニクス機器側に拡散するのを防止する。

6

【0043】なお、接地抵抗値 $10\Omega$ 以下とする条件は、インバータの周辺に高圧機器およびエレクトロニクス機器が配置される場合である。

【0044】(2) インバータ専用の接地極26は、インバータに接続されないモータや配電盤筐体24を接地する配電盤および一般動力用接地極27とは $5\text{m}$ 以上隔離し、エレクトロニクス機器用接地極29とは $10\text{m}$ 以上隔離する。

【0045】図2は、インバータ専用の半球状(等価半径 $1\text{m}$ )の接地極26を中心として周囲の接地電位分布を示し、 $5\text{m}$ 隔離では $20\%$ 程度にまで電位が下がるのに対して、 $10\text{m}$ 隔離では $10\%$ 程度にまで低下させることができ、大地を通した伝導ノイズの伝搬を抑制する。

【0046】なお、接地極間の隔離距離 $5\text{m}$ 以上、 $10\text{m}$ 以上とする条件は、インバータの周辺に高圧機器およびエレクトロニクス機器が配置される場合である。

【0047】(3) 前記のインバータ専用の接地極26を設けることができない設備環境にある場合、配電盤および一般動力用接地極27と共用にする。ただし、接地線は接地極に直接接続する。この構成により、インバータから接地極27に接続する接続線の途中で接続することによりノイズが配電盤内のエレクトロニクス機器等へ伝搬するのを防止する。

【0048】(4) インバータ架14、制御装置15、エレクトロニクス機器25をそれぞれ接地極に接地するのに、それらの接地線14A、15A、25Aを専用のシールドケーブルとし、シールド線の片端をそれぞれの接地極に接続する。モータ23の接地線は、電源ケーブル22Aの中の1芯を使用することにより、電源線のノイズをキャンセルさせる。また、電源ケーブルはシールド線とし、片端を接地極に接続する。

【0049】この構成により、接地線がアンテナとなって放射ノイズが伝搬するのを、接地線の電位を接地極電位とすることで抑制する。図3は、片端接地のシールドケーブルの有無によるノイズ吸収波形を示し、ノイズ放射が大幅に軽減されている。

【0050】(5) 接地線14A及び22A(1芯を接地線に使用)のシールドケーブルのサイズは、高周波による電線の表皮効果対策上から $22\text{mm}^2$ 以上、またはインバータの電源ケーブルサイズ以上とする。ただし、最大 $100\text{mm}^2$ とする。

【0051】接地線のインピーダンス $\omega L (=2\pi fL)$ は、電源母線の商用周波数 $50\text{Hz}$ (または $60\text{Hz}$ )に対しては十分に低くなるが、インバータの半導体素子は $10\text{kHz}$ 程度のスイッチング動作をさせるため、同じサイズでも $200$ 倍以上のインピーダンス上昇が起きるため、電源ケーブルサイズ以上とすることで接地線の温度上昇および放射ノイズの伝搬を抑制する。なお、従来の接地線サイズは電源ケーブルの数分の1とい

7

う細いケーブルを使用している。

【0052】また、接地線のシールドケーブルサイズを最大100mm<sup>2</sup>とするのは、接地線の抵抗Rに対するインピーダンス $\omega L$ が無視できるためである。また、接地線サイズは、インバータ、配電盤、モータ等の配置、接続構成、架構成などで異なるものである。

【0053】(6) 接地線は最短ルートで配線する。この構成により、ノイズ周波数に対する接地線のインピーダンスをできるだけ小さくし、接地極に対する架の電位上昇を抑制し、また放射ノイズの漏れを抑制する。 10

【0054】(7) インバータ架14および制御装置15の架を配電盤筐体24から絶縁する。この構成により、インバータの各部から発生するノイズが筐体を伝導して制御装置15側に伝導するのを防止する。

【0055】同様に、他のエレクトロニクス機器25をその盤筐体とは絶縁することで盤筐体を通したノイズ伝導を防止する。

【0056】(8) インバータからモータ23に電力供給するケーブル22は、シールド22Aで覆ったシールドケーブルとし、シールド22Aの片端をインバータ専 20 用接地極26に接地する。この接地回路は、インバータ架14に接続される接地線14Aを通した最短構成とする。

【0057】この構成により、シールド22Aの電位をインバータ専用接地極26の電位に近いものにし、ケーブル22の電流に含まれる高周波電流が静電誘導ノイズとして伝搬するのを抑制する。また、シールドの片端を接地することにより、シールド両端接地では両端の接地電位がアンバランスになるときにシールドに流れる循環電流がノイズ発生源となるのを防止する。 30

【0058】(9) 電源母線からインバータに電源供給するケーブル19は、シールド19Aで覆ったシールドケーブルとし、シールド19Aの片端をインバータ専用接地極26に接地する。この接地回路は、インバータ架14に接続される接地線14Aを通した最短構成とする。

【0059】この構成により、シールド19Aの電位をインバータ専用接地極26の電位に近いものにし、ケーブル19に流れる整流電流(スパイク状電流)に含まれる高調波電流が静電誘導ノイズとして伝搬するのを抑制 40 する。また、片端接地によりシールドにアンバランス循環電流が発生するのを防止する。

【0060】(10) インバータからモータ23に電力供給するケーブル22は、芯数を動力線(3相)の他にノイズ帰還用接地線22Bを設け、この接地線22Bの一端はインバータ側の接地線14で接地し、他端はモータ23の接地端子に接続する。

【0061】この構成により、接地線22Bが動力線と平行配置し、動力線から伝搬するノイズをキャンセルする。

8

【0062】(11) エレクトロニクス機器の信号線16、21および30は、燃線(ツイストペア線)とし、それにシールド16A、21A、30Aを設け、各シールドの片端をエレクトロニクス機器用接地極28の接地線15A、25Aでそれぞれ接地する。

【0063】シールドは静電誘導ノイズ対策として有効であるが、電磁誘導ノイズには効果が低い。そこで、信号線や電源線を燃線とすることで誘起されるノイズを相殺し、エレクトロニクス機器内の微弱信号回路に電磁誘導ノイズが伝搬するのを抑制する。

【0064】以上までのノイズ障害対策により、インバータから発生する伝導ノイズ、静電誘導ノイズ、放射ノイズがエレクトロニクス機器に伝搬するのを抑制することができる。

【0065】なお、上記の(1)～(11)の各対策は、適用しようとする電力変換設備およびその周辺に設けられるエレクトロニクス機器の構成、設置環境、電力規模等によって適宜選択的に利用するものである。

【0066】例えば、電力変換設備の構成がPWM制御するものか否か、設置環境が商業・住宅地域か否か、同じ電源系統にエレクトロニクス機器が接続されるか否か、専用接地極が確保できるか否かの違いによってノイズ障害対策が個々に選択される。

【0067】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、ノイズ障害対策として、電力変換器の入出力回路ケーブルをノイズ伝搬抑制用のシールドケーブルとして該シールドの片端を接地極に接地する構成、接地極は電力変換器やエレクトロニクス機器、盤、負荷等にそれぞれ専用のものを設ける構成、接地極への接地線をシールドケーブルとして該シールドの片端を接地極に接地する構成などとするため、電力変換器からエレクトロニクス機器にノイズが伝搬するのを確実、容易に防止できる。

【0068】特にシールドケーブルの片端を接地極に接地することで、アンバランス電流によるノイズ伝搬を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す電力変換設備の構成図。

【図2】接地極周辺の電位分布特性図。

【図3】シールドケーブルの有無によるノイズ吸収波形図。

【図4】各種ノイズの伝搬経路の例。

【符号の説明】

- 1…インバータ
- 2、23…モータ
- 11…順変換部
- 12…逆変換部
- 14…インバータ架
- 15…PWM制御装置

19、20…電源ケーブル

22…出力ケーブル

26～28…接地極

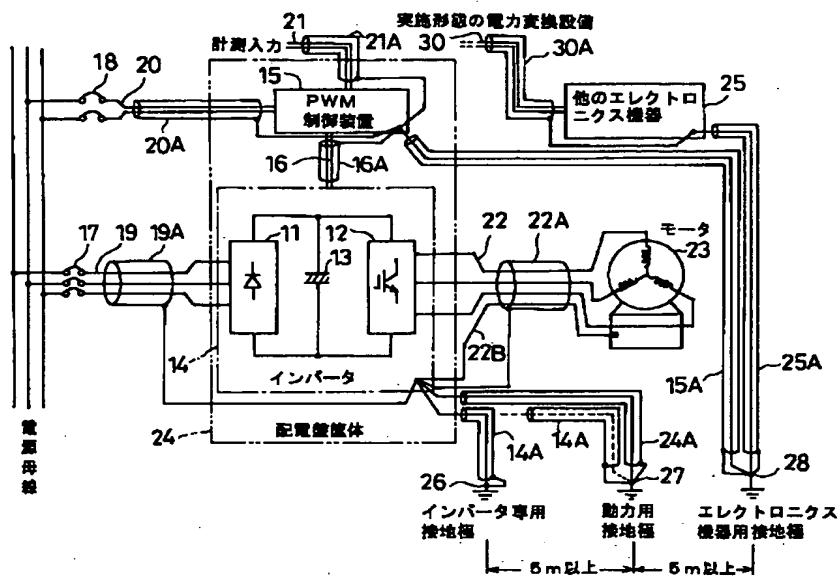
14A、15A、25A…接地線

16A、19A、20A、21A、22A、…シールド

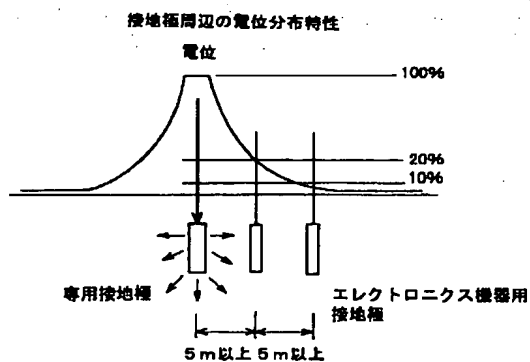
ケーブルのシールド

25…他のエレクトロニクス機器

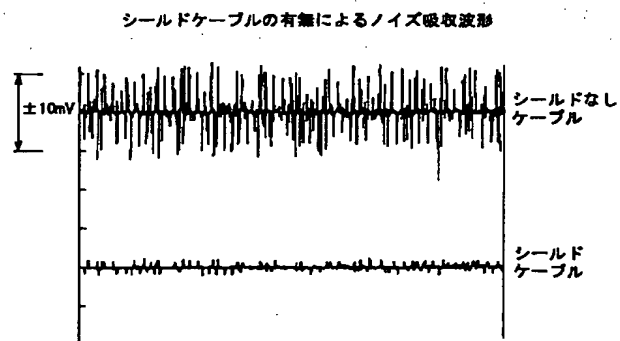
【図1】



【図2】



【図3】





【図4】

